K-202, MERA-400 i CROOK
Krótka historia pewnego projektu

W 1972 w Zespole Badawczym Automatyki Okrętowej Instytutu Okrętowego Politechniki Gdańskiej pojawił się pierwszy polski minikomputer K-202, który jako jedyny (import nie był brany pod uwagę) mógł nadawać się do automatyzacji i sterowania w okrętownictwie. K-202 miał bardzo nowoczesną jak na owe czasy architekturę, wielopoziomowy system przerwań, możliwość pracy w trybach użytkowym i systemowym, podział pamięci operacyjnej na bloki. Cechy te predysponowały minikomputer do pracy wieloprocesowej i wieloprogramowej, koniecznej w przewidywanych zastosowaniach.

Pierwszy egzemplarz K-202 składał się z procesora i 88 kB ferrytowej pamięci operacyjnej (z czego 64 kB w osobnej obudowie). Jako konsola operatora służył dalekopis, a z urządzeń wejścia-wyjścia był tylko perforator i czytnik taśmy papierowej. Dostarczone oprogramowanie składało się z systemu operacyjnego SOK-1, kompilatora języka maszynowego (asemblera) ASSK oraz interpretera języka BASIC.

SOK-1 był systemem operacyjnym tylko z nazwy. Zapewniał wykonywanie tylko jednego procesu, stosunkowo szybki procesor po zleceniu operacji wejścia-wyjścia był wstrzymywany do czasu zakończenia tej operacji.

Stało się rzeczą oczywistą, że K-202 w tej konfiguracji nie nadawał się do sterowania systemami okrętowymi. W opracowaniu był, co prawda, blok sprzężenia K-202 CAMAC, który mógł zapewnić połączenie komputera z obiektem sterowania, ale nic nie wskazywało, że w rozsądnym czasie pojawi się system operacyjny, pozwalający na jednoczesne wykonywanie wielu programów (procesów). Postanowiono więc stworzyć taki system samodzielnie. Dostawca udostępnił źródłowy SOK-1 w asemblerze, więc pierwsze próby polegały na jego modyfikacji.

Jedną z najczęściej wykonywanych czynności była translacja programów zapisanych w asemblerze na taśmie papierowej. Praca odbywała się sekwencyjnie, wczytanie wiersza programu, przetwarzanie, wczytanie następnego. Czytnik był dość szybki, 1 kB/sek, i w przerwach między wierszami zatrzymywał się. Powodowało to hałas, szarpanie taśmą, co czasami doprowadzało do jej uszkodzenia. Pierwszą modyfikacją było więc software'owe buforowanie urządzeń wejścia-wyjścia. Bufory po kilkadziesiąt znaków załatwiły elegancko sprawę. Czytnik podczas kompilacji już się nie zatrzymywał, a podczas edycji (poprawiania programów) oba urządzenia pracowały równocześnie.

Kolejnym palącym problemem był wielodostęp. Komputer był jeden, z jednym dalekopisem, a chętnych do pracy kilku. Drugi dalekopis szybko się znalazł, ale co z tego. Przerobienie SOK-1 na system wielodostępny nie było już rzeczą trywialną. Jądro systemu, odpowiedzialne za zarządzanie wieloma procesami równocześnie, trzeba było zaprojektować od podstaw. Z SOK-1 pozostał tylko interpreter komend systemowych.

Zestaw instrukcji maszynowych K-202 nie zachęcał do pisania tzw. czystych procedur, w których kod programu nie ulega zmianom w czasie wykonywania, wskutek czego znakomita większość programów nie nadawała się do pracy wielowejściowej. Interpreter komend systemowych trzeba więc było napisać od nowa. Tymczasowo jednak, aby uzyskać szybki efekt, interpreter z SOK-1 został po prostu powielony. Tą drobną sztuczką osiągnięto pożądany efekt. Dwie osoby mogły pracować jednocześnie i dla każdej komputer zachowywał się tak jak dotychczas. No, może nie dokładnie tak samo, bo dostępną pamięć operacyjną trzeba było na sztywno podzielić na dwie części. Każdy z użytkowników miał do dyspozycji 32 kB, co wystarczało na przygotowywanie i kompilację programów w asemblerze.

Nowa jakość wymagała też zmiany nazwy systemu. W tym czasie ktoś w Polsce ogłosił sukces, uruchamiając na którejś wersji ODRY system pozwalający wykonywać dwa procesy jednocześnie i nazwał go SODA (System Operacyjny DwuAktywny). Nasz w założeniach miał być wieloaktywny. I tak postała SOWA.

Inni użytkownicy K-202 stanęli przed tym samym problemem, braku wielodostępu i wieloprogramowości. Gdy dowiedzieli się o pierwszych sukcesach, zaproponowali finansowanie dalszych prac polegających na dostosowaniu SOWY do ich potrzeb. Powstały wersje wykorzystane w Biurze Projektów i Studiów Typowych BISTYP w Warszawie (wielodostęp), w Wyższej Szkole Marynarki Wojennej w Gdyni (sterowanie w czasie rzeczywistym systemami kutra torpedowego), w Ministerstwie Spraw Wewnętrznych w Warszawie (do bliżej nieujawnionych tajnych celów).

Autorów systemu zaproszono do Instytutu Maszyn Matematycznych w Warszawie na seminarium, na którym przedstawili gronu naukowców zasady budowy systemu. No i grono to orzekło, że na bazie tych zasad system nie ma prawa działać. System jednak działał, więc musiało być w tym jakieś oszustwo. I tak SOWA stała się CROOK-iem.

CROOK-1 miał już własny język zleceń systemowych zupełnie inny niż SOK-1. Umożliwiał jednoczesną pracę kilku użytkownikom przy sztywnym podziale pamięci operacyjnej. Obsługiwał urządzenia znakowe, dalekopisy, drukarki, czytniki i perforatory taśmy papierowej. Pozwalał na łączenie strumieni wejścia-wyjścia różnych programów (np. edytora i asemblera), co umożliwiało nanoszenie poprawek w tekstach źródłowych programów bez konieczności perforacji nowej taśmy. Zastosowano prosty algorytm szeregowania procesów typu LIFO, w którym w wyniku obsługi przerwania reaktywowany był proces oczekujący na to przerwanie. Algorytm ten zapewniał szybką reakcję systemu na zdarzenia zewnętrzne. System działał zupełnie poprawnie na komputerach bez generatora przerwań zegarowych.

CROOK-2 mógł sterować obiektem w czasie rzeczywistym (poprzez kasetę CAMAC), jednocześnie obsługując kilku użytkowników wprowadzających i wykonujących swoje programy. Użytkownik, zgłaszając się do systemu, rezerwował blok pamięci operacyjnej o żądanym wymiarze i w nim już sam musiał rozmieścić używane przez siebie programy. Algorytm szeregowania został rozbudowany przez wprowadzenie priorytetów procesów i cykliczną rotację na bazie przerwań z generatora zegarowego. CROOK-2 został zastosowany miedzy innymi w Centrum Medycyny Doświadczalnej i Klinicznej PAN w Warszawie, gdzie był podstawą systemu intensywnego nadzoru chorych po operacjach neurochirurgicznych.

Prace rozwojowe i dalszą produkcje K-202 przerwano i Instytut Okrętowy odku-

pił od producenta dyski magnetyczne i napędy taśmowe. Urządzenia były nowe, ale bezużyteczne, bo kanał pamięciowy do K-202 nigdy nie powstał. Był jednak blok sprzężenia K-202-CAMAC, który pozwalał na przeprowadzenie transmisji blokowej z pamięci operacyjnej K-202 do modułu CAMAC. Potrzebne sterowniki dysków i pamięci taśmowych jako moduły CAMAC zaprojektowali i wykonali w ramach prac dyplomowych studenci Wydziału Elektroniki. Pojawiła się nowa jakość.

CROOK-3 był już pełnym dyskowym, wielodostępnym systemem operacyjnym. Użytkownik, przystępując do pracy, musiał podać swoją nazwę i hasło otwierające dostęp do własnego skorowidza zbiorów (plików) dyskowych. Ponadto mógł korzystać ze zbiorów umieszczonych w ogólnodostępnej bibliotece. Użytkownik mógł wprowadzić i uruchomić jednocześnie kilka programów, z których każdy mógł składać się z kilku współbieżnych procesów. System zapewniał pełną ochronę zbiorów i programów przed przypadkową lub celową ingerencją innych użytkowników. Pamięć taśmowa była wykorzystywana głównie do archiwizacji zbiorów dyskowych.

Gdy CROOK-3 był już gotowy, pojawił się następca K-202, minikomputer MERA-400. Chociaż wykonana w nieco nowszej technologii, MERA-400 zachowała prawie dokładnie architekturę i listę rozkazów K-202. Zmiany były na tyle drobne, że pozwalały na automatyczne przetłumaczenie programów w asemblerze K-202 na MERĘ-400. W kilka tygodni po zainstalowaniu w Instytucie Okrętowym PG MERY-400, przeniesiono na nią system CROOK-3 wraz z całym działającym pod nim oprogramowaniem.

Minikomputer MERA-400 posiadał w standardowej konfiguracji 64 kB ferrytowej pamięci operacyjnej i jeden dysk 5 MB. CROOK-3 potrafił przy tej konfiguracji obsłużyć czterech użytkowników, przy czym sam system zajmował na stałe tylko 16 kB, a każdy z użytkowników miał pozostałe 48 kB do dyspozycji.

Oczywiście MERA-400 była dostarczana z oprogramowaniem producenta. Systemy operacyjne były dwa, SOM-1 (czyli przetłumaczony SOK-1) i SOM-3. Ten ostatni był systemem dyskowym, ale wydawał się przeniesiony z jakiejś dużej maszyny, która pracowała wyłącznie z taśmami magnetycznymi. SOM-3 był trudny w użyciu, nie miał systemu zbiorów, a dysk traktował jak taśmę. W standardowej konfiguracji MERY-400 mógł obsłużyć tylko jednego użytkownika.

Użytkownicy MERY-400, którzy mieli do czynienia z SOM-3, nie mogli uwierzyć, że na tej samej maszynie pod CROOK-iem może pracować jednocześnie kilka osób, a system zbiorów dyskowych czyni tę pracę łatwą i przyjemną. Powtórzyła się historia z K-202. Zespół z Instytutu Okrętowego otrzymywał kolejne zlecenia dalszego rozwoju CROOK-a.

CROOK-4 miał już hierarchiczną strukturę zbiorów dyskowych i hierarchiczną strukturę procesów. Zapewniał obsługę wszystkich urządzeń, z którymi mogła współpracować MERA-400. Umożliwiał definiowanie własnych języków komunikacji z systemem i symulację działania innych systemów operacyjnych. Powstał symulator SOM-3, który umożliwiał bezpośrednie wykonywanie programów działających pod tym systemem.

Do pracy przyłączyły się inne zespoły. Zespół z Politechniki Poznańskiej wykonał translatory języków FORTRAN, LISP, CSL, ALGOL i MODULA-2. W Instytucie Maszyn Matematycznych zespół osób, które uczestniczyły w powstawaniu K-202 i MERY-400, zajął się koordynacją prac i dystrybucją systemu. W latach 1982–1985 CROOK-4 został uruchomiony na około siedemdziesięciu instalacjach MERY-400 w bardzo różnych warunkach – wyższych uczelniach, biurach projektów, przedsiębiorstwach przemysłowych. Stosunkowo najmniej było zastosowań do pracy w czasie rzeczywistym, czyli celu, dla którego pierwotnie powstał. Niemniej w kilku polskich miastach MERA-400 pod CROOK-iem sterowała synchronizacją sygnalizacji świetlnej.

W 1985 roku zaprzestano ostatecznie produkcji MERY-400, a Instytut Maszyn Matematycznych zrezygnował z dalszej dystrybucji CROOK-a-4. W tej sytuacji Przedsiębiorstwo Zagraniczne AMEPOL – producent pamięci operacyjnych, procesorów komunikacyjnych umożliwiających podłączanie większej ilości końcówek oraz sterowników pamięci dyskowych, przejęło funkcje dystrybutora systemu. Urządzenia produkowane przez AMEPOL uczyniły ze starej MERY-400 sprzęt nowej jakości. Sprzęt ten wymagał też adaptacji systemu operacyjnego.

CROOK-5 współpracował z procesorem komunikacyjnym, pamięciami operacyjnymi o pojemności 2MB, z dyskami o pojemnościach do 40 MB, z zegarem czasu rzeczywistego. Biblioteka kompilatorów została wzbogacona o język C. Minikomputery MERA-400, pracujące pod CROOK-iem, można było łączyć z sobą za pomocą łącza pracującego z szybkością 2 MB/sek. W Instytucie Okrętowym uruchomiono instalację, w której dwie sprzężone ze sobą MERY-400 obsługiwały pracujących jednocześnie 24 użytkowników (12 stanowisk w laboratorium i 12 końcówek w pokojach pracowników). Podobne instalacje złożone ze sprzężonych MER-400 uruchomiono w kilku innych ośrodkach: Politechnice Poznań-



skiej, Zakładach Elektronicznych UNIMOR, Stoczni Remontowej RADUNIA, Hucie Szkła Szczakowa, WSK Gorzyce k. Sandomierza.

Wbrew obiegowym opiniom, system operacyjny CROOK nie był wzorowany na systemie UNIX. Powstawał w sposób ewolucyjny, dostosowując się do zmieniającego się środowiska i aktualnych potrzeb, aż w końcu stał się trochę podobny do UNIX-a. Główne podobieństwo dotyczyło hierarchicznego systemu zbiorów. Natomiast już samo rozmieszczenie zawartości zbioru na powierzchni dysku było zupełnie inne. We wszystkich systemach CROOK-a każdy zbiór zajmował zawsze spójny fragment obszaru dyskowego, natomiast w UNIX-ie zastosowano rozrzuconą strukturę zbiorów. Można by tak wskazywać wiele innych różnic i podobieństw.

Pozostaje jeszcze wyjaśnienie, kto był autorem systemu. Inicjatorem przedsięwzięcia był niewątpliwie Włodzimierz Martin. To dzięki jego działaniom egzemplarze K-202 i MERY-400 znalazły się w Instytucie Okrętowym PG. On też wciągał do współpracy przy tworzeniu systemu młodszych kolegów i organizował studentom informatyki prace dyplomowe. Pierwszym i przez jakiś czas jedynym „wciągniętym" był autor niniejszego tekstu. Tak więc CROOK-1 i 2 były w całości dziełami jednego autora. CROOK-3 miał już drugiego autora. System zbiorów dyskowych był dziełem Marka Nikodemskiego. Jednak nie mógłby on powstać bez sterownika dysków, który jako pracę dyplomową wykonał Roman Lutowski, oraz sterownika pamięci taśmowej – pracy dyplomowej Wiesława Bojarskiego.

CROOK-4 i 5 miał już wielu autorów: Zbigniew Czerniak – warstwa systemu najbliższa sprzętu, obsługa urządzeń peryferyjnych, zarządzanie procesami i pamięcią operacyjną, kompilator języka maszynowego ASSM; Marek Nikodemski – hierarchiczny system zbiorów dyskowych, interpreter języka komunikacji z systemem; Zenon Kapała – interpreter języka BASIC, symulator systemu SOM-3, kompilator języka C; Wiesław Bojarski – szybkie łącze międzykomputerowe; August Rams – symulator maszyny analogowej CEMMA; Andrzej Bobcow – edytor kontekstowy EDIT; Janusz Gocałek i Jacek Klauziński (Politechnika Poznańska) – kompilatory języków FORTRAN, LISP, CSL, ALGOL, MODULA-2.

Zbigniew Czerniak
Były pracownik PG



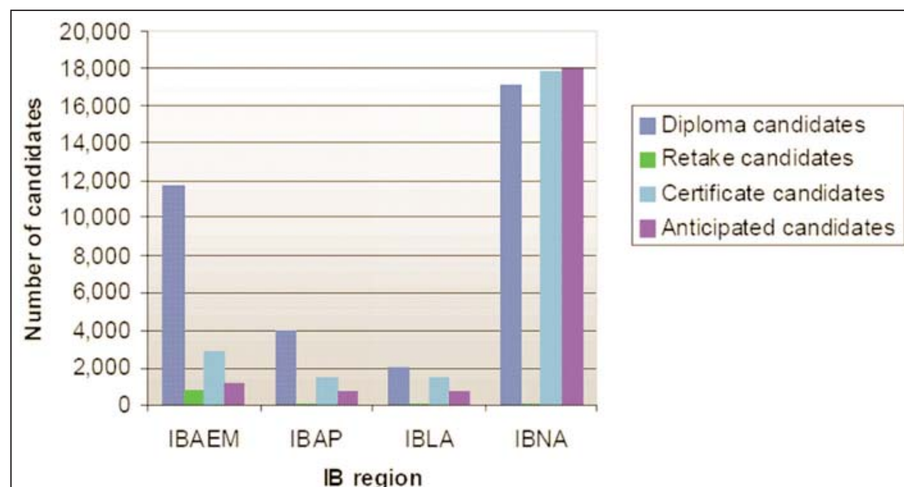
Matura międzynarodowa IB w Polsce i w innych krajach świata

W czerwcowym numerze „Pisma PG" (6/08 rok XVI) miałem okazję opublikować krótki artykuł na temat International Baccalaureate. Tym razem przedstawiam krótki rys historyczny programu matury IB wraz z przykładowymi wynikami tegorocznej tej matury.

Organizacja IBO (International Baccalaureate Organisation) powstała w 1968 w Szwajcarii na bazie Międzynarodowej Szkoły w Genewie. Założycielami, inicjatorami idei międzynarodowego nauczania i wychowania byli wywodzący się z różnych państw nauczyciele oraz eksperci w dziedzinie edukacji. Ich działania wspierane były również przez UNESCO. Jako fundacja działa zgodnie z przepisami prawa szwajcarskiego i zarządzana jest przez Radę Fundacji (Council of Foundation). W skład rady tej wchodzą między innymi przedstawiciele rządów różnych państw (Standing Conference of Governments) oraz przedstawiciele dyrektorów szkół należących do IBO (Standing Conference of Heads of IB Schools).

Od momentu uruchomienia Programu IB rozwijał się on w dynamicznym tempie. Pokazują to oficjalne statystyki IBO z 2007 roku (za rok 2008 zestawienie pojawi się dopiero na początku 2009).

Obecnie w programie matury międzynarodowej IB uczestniczy około 1400 szkół z różnych krajów świata, w tym około 30 szkół z Polski. W 1975



Źródło. The IB Diploma Program statistical bulletin May 2007 examination session

IB regiony geograficzne

IBAEM	IB Africa, Europe and the Middle East
IBAP	IB Asia-Pacific
IBLA	IB Latin America
IBNA	IB North America and the Caribbean

Diploma candidates – kandydaci ubiegający się o dyplom matury IB,
Retake candidates – kandydaci poprawiający swoje poprzednie wyniki matury IB,
Certificate candidates – kandydaci zdający tylko jeden lub dwa przedmioty z programu matury IB i nie starający się o dyplom IB,
Anticipated candidates – kandydaci zdający jeden lub dwa przedmioty z programu matury IB w pierwszym roku nauczania z zamiarem zdania pozostałych w następnym roku.

Liczba uczniów przystępujących do egzaminu matury międzynarodowej w 2007 roku

do matury IB po raz pierwszy na świecie przystąpiło 1217 uczniów z 30 szkół. W 2007 do matury IB przystąpiło już 79 934 uczniów z 1289 szkół z całego świata. Program matury międzynarodowej w Polsce realizowany jest od 1993, zaś pierwsze matury odbyły się w 1995 w dwóch szkołach średnich (wśród nich III LO w Gdyni).

Międzynarodowa matura zaczyna się 2 maja i trwa około trzech tygodni. Uczniowie zdają egzaminy z sześciu przedmiotów, w tym obowiązkowo matematykę.

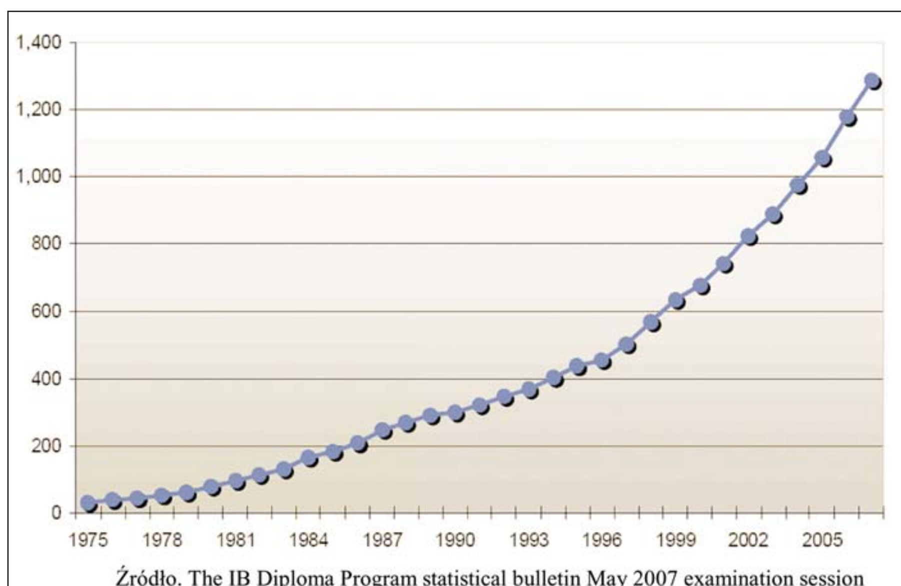
Materiały na egzamin maturalny do Polski zostają przesłane z Cardiff w Wielkiej Brytanii. Podczas matury w sali egzaminacyjnej nie może przebywać nauczyciel przedmiotu, z którego przeprowadzany jest egzamin, między ławkami musi być półtora metra odstępu, a testy wypełniane są ołówkami. Po zakończeniu egzaminu prace są kodowane i wysyłane pocztą kurierską do egzaminatorów w różnych państwach na całym świecie. Po sprawdzeniu zakodowanych prac, eksperci z IB przesyłają je wraz ze swoimi ocenami do centrum egzaminacyjnego IB w Cardiff w Wielkiej Brytanii. Stamtąd wyniki przesyłane są do głównej siedziby IBO do Genewy w Szwajcarii. Tu wystawiane są dyplomy międzynarodowej matury i wysyłane do szkół, w których odbywały się te egzaminy.

Maksymalna liczba punktów do zdobycia na egzaminie IB to 45 (6 przedmiotów ocenianych w skali od 1 do 7 punktów, plus Extended Essay od 0 do 2 punktów oraz Theory of Knowledge – 1 punkt). Należy jednak pamiętać, że uczeń, który nie przepracuje wymaganej liczby godzin w ramach CAS (Creativity Action Sernice), a jest to 150 godzin, nie otrzyma dyplomu. Najniższa liczba punktów, którą należy zdobyć, aby otrzymać dyplom, wynosi 24 (przy czym z przedmiotu HL nie można otrzymać 1). Dla przykładu poziom 38 punktów jest już przepustką na najlepsze uczelnie na świecie, takie jak Oxford, Cambridge, Yale, MIT czy Harvard.

Oficjalna, zbiorcza statystyka wyników matury IB z sesji majowej 2008 nie jest jeszcze dostępna, jednakże każda szkoła prowadzi własne statystyki. W najbliższym sąsiedztwie Politechniki Gdańskiej znajdują się dwie szkoły średnie, umożliwiające zdawanie matury w programie IB. Jest to III LO im. Bohaterów Westerplatte w Gdańsku oraz III LO im. Marynarki Wojennej w Gdyni. Od wielu lat zdawalność matury IB w obu szkołach wynosi 100%, przy czym światowa średnia utrzymuje się na poziomie 80%. Regułą stał się również fakt, iż w obu tych szkołach średnia ocen z danego przedmiotu jest wyższa od średniej światowej.

W tym roku akademickim studia na Politechnice Gdańskiej rozpoczęło 15 absolwentów szkół średnich z dyplomem matury IB – 4 osoby na WZiE, 4 na WETI, 3 na WILiŚ, 2 na WA oraz po jednej na WM i WFTiMS. Warto dodać, że aż 14 z tych studentów to absolwenci dwu trójmiejskich liceów (III LO w Gdyni i III LO w Gdańsku).

Mariusz Kaszubowski
Studium Nauczania Matematyki



Liczba szkół z programem matury IB w okresie maj 1975 – maj 2007

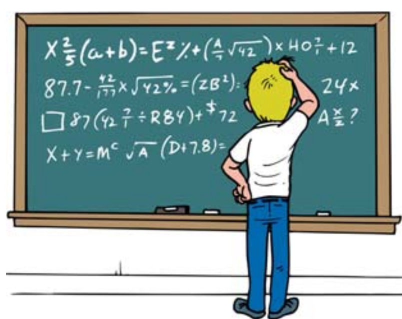
Kraj	Liczba kandydatów
Polska	493
Niemcy	744
Federacja Rosyjska	108
Szwecja	1094
Tajwan	340
Pakistan	22
USA	45407
Kuba	4
Wietnam	86

Liczba uczniów przystępujących do matury IB w 2007 roku, w wybranych krajach

Przedmiot	Liczba zdających	Średnia ocena szkoły z danego przedmiotu	Średnia światowa ocena z danego przedmiotu
Chemia SL	11	4,45	4,03
Chemia HL	6	6,17	4,59
Fizyka SL	15	5,33	4,13
Fizyka HL	8	4,25	4,49
Matematyka Studies	12	4,83	4,57
Matematyka SL	20	5,70	4,53
Matematyka HL	13	5,08	4,52

Liczba zdających uczniów:**45**
Średnia punktowa sesji egzaminacyjnej: **34**
Średnia ocena sesji egzaminacyjnej: **5,51**
Najlepszy wynik punktowy sesji egzaminacyjnej: **43**

Przykładowe wyniki z matury 2008 z przedmiotów ścisłych, w III LO w Gdańsku



Kącik matematyczny



Dość dawno temu zauroczył mnie wywiad z księdzem profesorem Michałem Hellerem. Rzadko kto wypowiada tyle pięknych i mądrych słów o matematyce. Dlatego też ucieszyła mnie informacja o nagrodzie Fundacji Johna Templetona, jaką otrzymał on w marcu bieżącego roku. Jest ona określana jako religijny Nobel. Na pewno jest to ogromne światowe wyróżnienie tak w nauce, jak i w religii.

Sądzę, że również nie należy zapominać, a nawet często mówić o ludziach, którzy są autorytetami w świecie nauki. Są oni przecież naszymi przewodnikami po pięknych i trudnych obszarach wiedzy. Oczywiście ważna jest też niezwykła rola matematyki w tym świecie.

Michał Heller i ta boska matematyka

Stwórca mógł wykreować świat nieprzewidywalny, bez żadnych praw, ale najwyraźniej zostawił nam czytelny podpis na Swym dziele w postaci matematycznej przyrody.

Michał Heller

To istny cud, że matematyka okazuje się językiem, jakim przemawia do nas natura.

Freeman Dyson
(wybitny fizyk i matematyk)

Ksiądz profesor Michał Heller – filozof przyrody, teolog, fizyk, kosmolog i człowiek niezwykłej mądrości. Jest wykładowcą w Papieskiej Akademii Nauk oraz Międzynarodowej Unii Astronomicznej, a także członkiem licznych polskich i zagranicznych towarzystw naukowych. Autor wielu publikacji i pogadanek radiowych. Porusza w nich często bardzo ważne i trudne tematy naukowe, łącząc to wszystko klarownie z matematyką.

Stąd moim celem jest podanie pewnej ilości poglądów profesora, dotyczących matematyki. Następnie zaś uzupełnię je przykładami, potwierdzającymi matematyczność świata.

I tak profesor twierdzi, że:

„Matematyka jest wiedzą obiektywną, nie zależy od naszego widzimisię. Wszystkie jednak symbole i aksjomaty my wymyślamy. Odkrywamy matematyczne struktury, ale nie całkiem biernie, wkładamy w ten proces nasze kategorie poznawcze. Element wkładu człowieka jest ogromny, ale to, co niepoznane, da się poznać przynajmniej w pewnym stopniu. Świat, tak jak go postrzegamy i rekonstruujemy w naukowych teoriach, na pewno jest w jakimś stopniu naszą konstrukcją.

Matematyka jest językiem wszechświata. W tym ogromnym bezładnym wysypisku gwiazd panują bardzo ścisłe prawa, które dostrzegamy nie tylko oczami, ile poprzez matematykę.

Przyrodę można racjonalnie badać. Ta racjonalność jest typu matematycznego. Można z przyrodą prowadzić dialog, zadawać jej pytania i oczekiwać odpowiedzi. Odpowiada na pytania, gdy zadajemy je w języku matematyki.

Być może wszystko zostało skażone przez grzech pierworodny, nawet fizyka poprzez niedoskonałości pomiarów, czy koszty eksperymentów. Tylko matematyka jest czysta.

Matematyka daje poczucie estetyczności, piękna, satysfakcji, a przy tym racjonalności." I tak oto tego typu poglądy pojawiają się w wielu książkach i wywiadach księdza profesora. Sądzę jednak, że przyjęły one szczególny wymiar w książce „Pojmowalny wszechświat". Już kilka rozdziałów, takich jak np. „Czy świat jest matematyczny?", „Matematyka widzi więcej niż nasze oczy", „Matematyzacja chaosu" itp. – mówi za siebie. Dość często podkreśla on, że matematyka jest wieczna, a nasza wiedza o niej ciągle rośnie. Wieczność, to nie jest nieskończony czas, ale istnienie poza czasem, jak istnienie Pana Boga. Potęga matematyki i jej zastosowanie do zjawisk natury okazały się większe, niż to można sobie wyobrazić.

No i jak nie ulec urokowi tych stwierdzeń, szczególnie wtedy, gdy ma się podobne poglądy. Jest tylko pewien problem dla tzw. „przeciętnego czytelnika", a mianowicie książki profesora nie są łatwe w czytaniu. Wymagają one wielkiego skupienia, dużego wysiłku myślowego i często dość dużej wiedzy. W obecnych czasach, gdy pojawia się przepaść pomiędzy naukowcami a jej odbiorcami, stanowi to sporą trudność. Niestety, społeczeństwo staje się coraz gorzej wyedukowane, do czego też w dużym stopniu przyczyniają się swoim poziomem media.

Użyteczność matematyki w astronomii, fizyce czy kosmologii wydaje się dość oczywista. Natomiast mniej znana jest jej rola w naukach biologicznych, społecznych czy humanistycznych. Ostatnie lata pokazują jednak niezwykły rozwój zastosowań matematyki w tych dziedzinach wiedzy. Pomógł w tym na pewno rozwój informatyki i możliwość symulacji komputerowych. Widać to szczególnie w biomatematyce. Jest to zastosowanie matematyki w biologii, medycynie czy ekologii.

Spośród książek dotyczących tej tematyki należy wyróżnić „Wprowadzenie do biomatematyki" J. D. Murraya, „Matematykę w biologii" Urszuli Foryś, czy jeszcze dawniejszą pracę J. Uchmańskiego „Klasyczna ekologia matematyczna". Jest tam bardzo wiele przykładów potwierdzających potrzebę modelowania matematycznego.

Dzięki matematyce i informatyce znany jest trójwymiarowy model serca, tzw. „serce wirtualne", które dokładnie odzwierciedla układ komórek w mięśniu sercowym. Niezwykły jest również model Zeemana pracy serca. Stanowi go układ dwu równań różniczkowych nieliniowych.

Oczywiście istnieją pewne niełatwe problemy w modelowaniu wielu zjawisk, takie jak wybór parametrów, przeprowadzenie symulacji komputerowych czy porównanie wyników modelowania z istniejącymi danymi. Oprócz tego w wielu zagadnieniach potrzebna jest wiedza z zachowań nieliniowych układów dynamicznych. To zaś, jak wiedzą matematycy, nie jest łatwe i wymaga ogromnej pomysłowości.

Modelowanie matematyczne wkracza jednak dość szybko do prawie wszystkich dziedzin wiedzy. Mówiąc też o roli matematyki w naszym życiu, zapomina się często o architekturze. Wyraźne związki architektury i matematyki trwają od starożytności. I tak starożytność to głównie symetria, proporcje, geometria euklidesowa, zaś następne wieki to geometria rzutowa. Obecnie zaś (C. Jencks „Nonlinear Architecture 1997 r.") można stwierdzić, że nowe dziedziny matematyczne, takie jak teoria chaosu, geometria fraktalna czy automaty komórkowe, stwarzają nowy język opisu rzeczywistości i prowadzą do tworzenia nowych metafor w architekturze. Wizualizacja pewnych pojęć matematycznych może być źródłem wielu form przestrzennych. I tu przypomniała mi się piękna książka krakowskiego matematyka Zdzisława Pogody pt. „Galeria wielościanów". Na pewno może stanowić ona natchnienie i inspirację w twórczości architektonicznej (wszak architekt, to też poszukiwacz kształtów). Pożyteczny jest także opis analityczny własności akustyczno-optycznych krzywych i powierzchni. Kształt obiektów może mieć także istotny wpływ na interakcję z polem elektromagnetycznym, a także z polem termicznym.

No, a wykresy funkcji dwóch zmiennych mogą być przecież sposobem na uzyskanie oryginalnych kształtów powłok. Powłoka zaś definiowana matematycznie umożliwia analityczne wyznaczenie rozkładu naprężeń.

Temat o związkach architektury i matematyki jest bardzo szeroki. W każdej epoce historycznej kultura matematyczna i kultura architektoniczna wzajemnie się splatają i przenikają. Inspiracje matematyczne są tak bezpośrednie, jak i pośrednie. Aby jednak matematyka inspirowała architekta, powinna być znana i doceniana. Z modelowaniem matematycznym można się spotkać również w pewnych zagadnieniach socjologicznych i ekonomicznych. Wykorzystuje się tam głównie metody probabilistyczne i statystyczne. W wielu też problemach znajduje zastosowanie teoria gier. Wszak problematyka podejmowania decyzji w sytuacji niepewności jest ideowo spokrewniona z matematyczną teorią gier. Także metody decyzyjne w ekonomii mogą skorzystać z tej wiedzy.



Tak więc rola matematyki staje się coraz większa. Dlatego też niezwykłe poglądy o matematyce księdza profesora Michała Hellera są bardzo ważne. Wskazują one na wagę matematyki w naszym świecie, a nas matematyków bardzo wspomagają.

Należy tu jeszcze podkreślić, że ciągle jednak mamy sytuację, którą dawno temu określił wybitny matematyk Hugo Steinhaus, cytuję:

„Uważam, że matematyka jest tak samo dobra jak elektryfikacja, pod warunkiem, że się ją stosuje. Tymczasem ta elektryfikacja matematyczna tak wygląda, że zainwestowało się wszystkie pieniądze, żeby zrobić przewody i betonowe słupy, ale nie kupiło się lokomotywy, nie kupiło się samej trakcji. "

Niestety, sytuacja ta ma szczególnie swoje potwierdzenie w czasach, gdy matematyka nie jest przedmiotem obowiązkowym na maturze. Mam jednak nadzieję (bo nadzieję trzeba mieć zawsze), że coś się zmieni na lepsze.

Krystyna Nowicka
Studium Nauczania Matematyki

P.S. Przypomniała mi się książka Iana Stewarta „Czy Bóg gra w kości. Nowa matematyka chaosu", gdzie na końcu znalazłam stwierdzenie: Gra w kości z Bogiem – „Gdyby Bóg grał w kości ... To by wygrał."

Z teki poezji

Maleńkie Miłości

Niepewni spór wiodą poeci i wieszcze
Czy Wielka Miłość jest dziś gdzieś jeszcze?
Bo choć ją opisał i ten i ów pisarz
A pieśń niejedna o niej słowa nuci
To w zgiełku „metalu" i „krzyku" Kazika
Gdzieś nam ta Wielka po trochu zanika
I tak naprawdę nie wiemy czy wróci.

O jakiej miłości każdy z nas dziś marzy?
Chyba o tej Wielkiej – tak nam z tym do twarzy
Bo jak miłość to Wielka – tak to już wypada
Mocna jak tajfun i jak błyskawica
Serce wali jak młotem, świeci się źrenica
Twarz pali rumieńcem i omdlewa ciało
No tak – to fajnie – tak by się tak chciało.

Czy śnić o tej Wielkiej, czekać na nią trzeba?
Czy chwil nie stracisz, które dały nieba
Gdy tęsknym wzrokiem, wyjąc do księżyca
Skarżyć się będziesz – nikt mnie nie zachwyca
Nikt we mnie Wielkiej nie wzbudza miłości
I tak już chyba będzie do starości
Jak nie ma Wielkiej – to nie ma miłości.

W rozterce jestem i pytam sam siebie
Czy wszystko Wielkie musi być od razu?
A może posiać coś maleńkie wiosną
By choć niewielkie to niechby se rosło.
Bo takie przecież natury zadanie
I jeszcze jedno rodzi się pytanie
Czy Dużo Małej – Wielką się nie stanie?

Jesienną pogodą w wieczoru szarości
Szła sobie znużona Maleńka Miłości
I nóżki strudzone na płaskim obcasie
Ciągnęła za sobą, wierząc, że da się
Z kroczków maleńkich mil parę nazbierać
Drobne ziarenka w chleb smaczny zrumienić
Drobne płomyczki w ognisko zamienić.

Choć Wielką nie była to była upartą
I stale wierzyła, że warto, że warto....
I stale wierzyła, że przecież urośnie.
Maleńkie Miłości zebrane w węzełek
Ciągnęła za sobą, dzieląc się z innymi
I nawet nie wiedząc kiedy to się stało
W węzełku Wielką Miłością zawrzało.

Wiesław Jasiński
Emerytowany docent PG

Śladami geniuszy

Zwykły pan Faraday, czy pierwszy fizyk atomowy?

Albert Einstein

- *Człowiek ten pałał miłością do pełnej tajemnic Przyrody, niczym kochanek do niedostępnej ukochanej.*

Margaret Thatcher

- *Był osobą niezwykłą (...). Zawsze podziwiałam jego odkrycia naukowe, jego metody badawcze – eksperymenty, dowody – no i wyobraźnię. Podziwiam jego całkowite zafascynowanie badanym problemem, poświęcanie się bez reszty wybranemu celowi.*

Michael Faraday

- *Mój drogi, posłuchaj starego człowieka. Nauczyłem się, że gdy ludzie są w stosunku do nas agresywni i nieprzyjemni, dobrze jest przytłumić swe reakcje, zbagatelizować wszystko lub ignorować. Jeśli zaś starają się nas pochwalić, należy to natychmiast docenić.*
- *Nie ma lepszych i szerzej otwartych drzwi będących bramą wiodącą do badania natury, jak rozważanie zjawisk fizycznych zachodzących w świecy.*

Michael Faraday nigdy nie dowiedział się, jak prorocza była odpowiedź udzielona Williamowi Gladstone'owi, ministrowi finansów, na jego sarkastyczną uwagę dotyczącą pożytku, jaki dla Anglii mogłyby mieć olbrzymie urządzenia elektryczne znajdujące się w jego laboratorium. Powiedział wówczas: „Proszę pana, nie wiem, do czego te maszyny zostaną użyte, ale jestem pewien, że pewnego dnia opodatkuje je pan". Dzisiaj nie tylko Anglia, ale cały świat inwestuje w urządzenia, które nie istniałyby, gdyby nie odkrycia Faradaya. Studenci nowojorskiego uniwersytetu, zapoznając się z teorią strun i rysując linie sił powstające dla różnych konfiguracji ładunków, posługują się metodą, którą prawie dwieście lat temu wymyślił Faraday.



Dynamo Faradaya. Kompendium. Wiedza w pigułce. Firma Księgarska Jacek i Krzysztof Olesiejuk 2005

Albert Einstein uważał go za fizyka, który – obok Jamesa Maxwella i Isaaka Newtona – wywarł największy wpływ na rozwój ludzkości. Jako syn wiejskiego, niezamożnego kowala, który w poszukiwaniu pracy przeniósł się na przedmieścia Londynu, nie miał szansy na zrobienie jakiejkolwiek kariery naukowej. Nie ukończył bowiem żadnej szkoły. Do końca życia pozostał matematycznym analfabetą.

Błogosławieństwem stała się dla niego praca w warsztacie księgarsko-introligatorskim George'a Ribeau – początkowo jako roznosiciela gazet, później terminatora. Jego ciekawość świata i dociekliwość spowodowały, że nie tylko oprawiał, ale czytał wszystkie książki, które znalazły się w introligatorni („W trakcie terminowania uwielbiałem czytać książki naukowe, które miałem w swoim ręku"). Nie poprzestawał jednak tylko na czytaniu dzieł (zwłaszcza chemicznych), prezentujących w szerokim zakresie najnowsze odkrycia naukowe. Sporządzał również notatki zawierające obserwacje i przemyślenia z istoty życia, sztuki, historii i przyrodoznawstwa. Gdy któregoś dnia otrzymał bilet na wykład chemika Humphreya Davy'ego, dokładnie spisał wszystko, co usłyszał, i w formie pięknie przygotowanej książki przekazał autorowi. Zaimponowało to Davy'emu, ale odmówił zatrudnienia Faradaya. Sytuacja zmieniła się, gdy Davy stracił na pewien czas wzrok. Zatrudnił wówczas Faradaya do mycia butelek, a później do sporządzania notatek. Dopiero po zwolnieniu jednego z asystentów otrzymał jego etat. Niektórzy żartują, że Faraday był największym odkryciem Davy'ego.



Michael Faraday. Wielka encyklopedia PWN. T. 8

Faraday marzył o tym, by zostać badaczem. Już jako czternastolatek, po przeczytaniu w *Encyclopaedia Britannica* artykułu o elektryczności, przeprowadził doświadczenia na bateriach elektrycznych, które skonstruował z kilku starych butelek. George Ribeau pozwolił młodemu poszukiwaczowi praw rządzących światem przeprowadzać proste eksperymenty w nieużywanym pomieszczeniu warsztatu introligatorskiego.

Fascynacja fizyką i chemią zaprowadziła go na wykłady i dyskusje prowadzone w Miejskim Towarzystwie Filozoficznym w Londynie, gdzie poznał podstawy tych nauk. Jako asystent Davy'ego, wykazujący się ogromną samodyscypliną, solidnością i pasją naukową, pojechał ze swoim pracodawcą w trwającą osiemnaście miesięcy podróż po Europie. Poznał wówczas największych chemików świata, między innymi Ampere'a i Voltę. W czasie podróży Davy wprowadził swego asystenta w tajniki myślenia naukowego oraz w codziennych lekcjach wyrównał braki w uniwersyteckim wykształceniu. Po powrocie do Anglii Michael Faraday mógł już sam przeprowadzać własne eksperymenty, które zapoczątkowały odkrycia naukowe, zaliczane do największych w dziejach ludzkości.

Faraday zdawał sobie sprawę z tego, jak wiele dał mu Davy, i dlatego do koń-

ca życia, mimo licznych sytuacji konfliktowych, okazywał mu wdzięczność. W napisanym u schyłku życia sprawozdaniu ze wszystkich swoich eksperymentów przy pierwszym opisie umieścił notatkę: *„Jest to dla mnie publikacja bardzo cenna. Ogłosiłem ją jako wnioski z pracy, którą zapewnił mi Humphry Davy w okresie, kiedy mój lęk znacznie przewyższał moją pewność siebie, a ta była wówczas większa od mojej wiedzy”.*

Wachlarz zainteresowań Faradaya był bardzo szeroki: kondensacja gazów, metalurgia, złudzenia optyczne, akustyka, zachowanie energii, indukcja elektrostatyczna, związek między elektrycznością a magnetyzmem oraz między elektrycznością a grawitacją, elektrownie wodne i magnetyzm atmosfery.

Jako chemik, pierwszy doprowadził do skroplenia chloru. Metodę, polegająca na operowaniu ciśnieniem i chłodzeniem, zastosował do innych gazów (udało mu się skroplić 24 gazy). Naturalną konsekwencją tych doświadczeń był rozwój chłodnictwa. Jako pierwszy uzyskał związki węgla z chlorem. Odkrył również i wyodrębnił benzen, który okazał się ważny dla przemysłu farbiarskiego i farmaceutycznego, oraz określił skład tego związku. Badając stopy stali, położył podwaliny pod nowoczesne prace w tej dziedzinie.

Pasja chemiczna w połączeniu z zainteresowaniem elektrycznością zaowocowała pracami związanymi z przepuszczaniem prądu przez roztwory chemiczne. Doprowadziło to do kolejnych przełomowych odkryć (opublikowanych w „Philosophical Transactions”, wydawanym przez Royal Society), które opisał, wprowadzając zupełnie nowe określenia używane do dzisiaj, pozwalające na precyzyjne opisanie zaobserwowanych zjawisk. Należą do nich: elektroliza, elektroda – przewodnik elektryczny wysyłający lub przyjmujący ładunek elektryczny (zamiast słowa *biegun*, którym określano przedmiot wkładany do roztworu), anoda – elektroda przyciągająca ujemne ładunki, katoda – skupiająca ładunki dodatnie, elektrolit – to, co wytwarzane jest przy każdej z elektrod, aniony – przyciągane przez anodę, kationy – przyciągane przez katodę, jony – fragmenty związku rozładowujące się na elektrodach.

Poddając proces elektrolizy pierwszemu badaniu ilościowemu, ustalił, że masa rozłożonego związku chemicznego jest proporcjonalna do użytej ilości elektryczności, a masy rozmaitych substancji otrzymywanych na obu elektrodach wskutek przepływu tej samej wielkości ładunku elektrycznego są proporcjonalne do ich równoważników chemicznych.

Przedmiotem zainteresowania Faradaya była również elektroliza soli kuchennej, której proces przemysłowy został opatentowany w Anglii dwadzieścia lat później. Odkrycie praw elektrolizy przyczyniło się do powstania nowych gałęzi przemysłu.



Michael Faraday przy pracy w swoim londyńskim laboratorium. Absolutyzm i rewolucje. Arkady 2001

Kolejnym odkryciem było zjawisko diamagnetyzmu. Faraday udowodnił, że wszystkie substancje chemiczne są albo paramagnetyczne, jak żelazo (magnesują się w kierunku zgodnym z kierunkiem pola magnetycznego), albo diamagnetyczne (magnesują się przeciwnie do kierunku pola).

W swojej książce „Chemical Manipulation”, która zastąpiła klasyczny podręcznik chemicznej analizy laboratoryjnej Lavoisiera „Traité élémentaire de chimie”, wyraził przekonanie, że dokładność stosowania metody *„jest całkowicie zależna od zręczności”*, ponieważ podstawą eksperymentowaniu jest wprawa. Wniosek ten wysnuł z własnych doświadczeń i eksperymentów, których przeprowadził wiele tysięcy.

W Royal Institution jako fizyk zainteresował się doświadczeniami Volty i Ampere'a, a szczególnie Oersteda i jego pracami nad badaniem związku elektryczności z magnetyzmem. Odkrył, że prąd elektryczny może być wytwarzany przez magnes obracający się wokół drutu przewodzącego prąd. Doświadczalnie potwierdził to dopiero po dziesięciu latach zajmowania się tym zjawiskiem. Uzyskał stały przepływ prądu, umieszczając między biegunami silnego magnesu miedzianą tarczę. Posługując się tym odkryciem, skonstruował prototyp pierwszego dynama. Efekty eksperymentów związanych z elektrycznością doprowadziły w przyszłości do skonstruowania generatora elektrycznego oraz transformatora. Publikacje dotyczące elektryczności przyniosły Faradayowi międzynarodową sławę.

Swoje odkrycia, które okazały się przełomowe, opublikował w „Quarterly Journal of Science”. W artykule *O niektórych ruchach elektromagnetycznych i teorii magnetyzmu* opisał pierwszą w historii przemianę energii elektrycznej w mechaniczną, i odwrotnie.

Zbudował prototyp transformatora prądu, opierając się na obserwacji ruchu igły galwanometru, która drgała, gdy włączał i wyłączał prąd.

Chociaż nie wynalazł żadnego urządzenia o charakterze technicznym, to jednak dokonał rzeczy wielkich – odkrył fundamentalne prawa fizyki. Odkrycia Faradaya w dziedzinie magnetyzmu i elektryczności położyły fundament pod cały dzisiejszy przemysł. Opiera się na nich wiele urządzeń, między innymi te, które znajdują się w każdy domu: odkurzacz, elek-

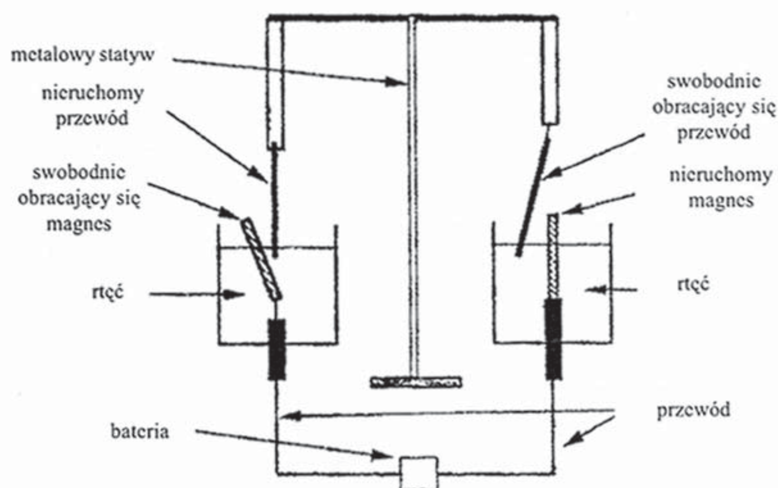
tryczna maszyna do szycia, suszarka do włosów, mikser. Faradayowi zawdzięczamy przede wszystkim zrewolucjonizowanie oblicza naszej planety.

Geniusz naukowca doprowadził Faradaya do wysunięcia hipotezy – wbrew opinii europejskich fizyków – o istnieniu kolistych linii sił promieniujących od drutu, które wchodziły w interakcję z magnesem. Prawdziwość tej teorii, znanej obecnie jako teoria pola, potwierdził James Maxwell, dostarczając matematycznych dowodów jej prawdziwości. Wprowadzenie pojęcia pola elektrycznego było największym osiągnięciem Faradaya, a mogło dokonać się tylko dlatego, że żadnemu z wcześniejszych badaczy nie przyszło do głowy, by się tą sprawą zająć. Podziwiał go za to Maxwell, Einstein i wielu innych wielkich fizyków. Faraday dowodził, że zjawiska tego nie można ograniczać tylko do mechaniki Newtona. O jego zasięgu należy myśleć w kategoriach świata przyrody. Wynikało to z założenia, że pole sił elektrycznych lub grawitacyjnych, wytwarzanych przez dane ciało, obejmuje całą znajdującą się wokół przestrzeń. Faradaya nie zadowalało prawo Coulomba mówiące, że oddziaływanie między dwoma ładunkami elektrycznymi jest odwrotnie proporcjonalne do kwadratu ich odległości. Dokonał pojęciowego przełomu, stwierdzając, że ważną rolę odgrywa również ośrodek między oddziałującymi ładunkami.

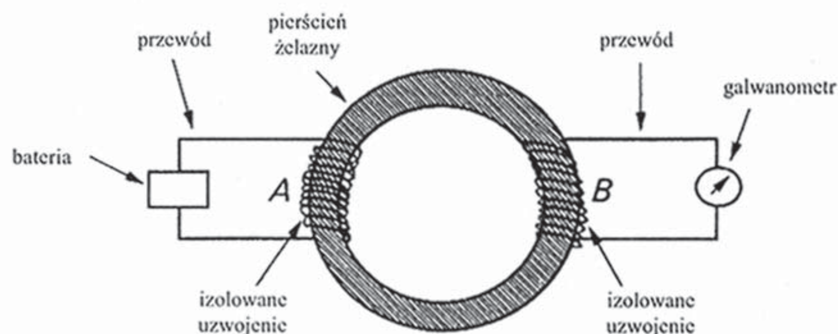
Wprowadzenie pojęcia „linii sił" pozwoliło Faradayowi za pomocą własnoręcznie skonstruowanych instrumentów zmierzyć natężenie linii sił wytworzonych przez magnesy lub ładunki elektryczne w dowolnym punkcie własnego laboratorium. W ten sposób mógł przypisać każdemu punktowi w przestrzeni zestaw liczb (natężenie i kierunek siły). Ogół tych liczb w każdym punkcie przestrzeni, traktowany jako całość, nazwał polem, co było absolutna nowością.

Zwrócenie uwagi środowiska uczonych na niewidzialne linie pól spowodowało, że obecnie stanowią one główny przedmiot badań we wszystkich działach fizyki, od skali subatomowej do międzygalaktycznej. Wprawdzie pole Faradaya zajmuje jedynie trójwymiarowy fragment przestrzeni, ale już teoria pola elektromagnetycznego Maxwella wymaga czterech pól, zaś metryczna teoria grawitacji Einsteina potrzebuje dziesięciu.

Badania elektrochemiczne Faradaya przekonały go, że materia składa się z atomów różnego rodzaju, a każdy z nich jest strukturą zrównoważoną elektrycznie, o jednakowej liczbie dodatnich i ujemnych jednostek ładunku elektrycznego. Można go zatem nazwać pierwszym fizykiem atomowym na świecie.



Urządzenie Faradaya demonstrujące rotację elektromagnetyczną. Z lewej strony zamocowany na obrotowej osi magnes obraca się dookoła nieruchomego przewodu pod wpływem przepływającego przez urządzenie prądu elektrycznego; z prawej strony swobodnie zawieszony przewód obraca się dookoła nieruchomego magnesu. Przełomowe odkrycia. Amber 1997



Transformator Faradaya. Prąd elektryczny przepływa przez uzwojenie z izolowanego drutu (A), nawinięte na żelaznym pierścieniu. W wyniku włączania i wyłączania prądu, w uzwojeniu wtórnym (B), również z izolowanego drutu, indukowany jest prąd elektryczny. Przełomowe odkrycia. Amber 1997

Dzisiaj astrofizycy, badając czarne dziury, stosują układ, który kiedyś stworzył Faraday. Eksperyment Faradaya jest minidoświadczeniem w stosunku do olbrzymich napięć – między biegunami czarnej dziury a jej równikiem w gigantycznym polu magnetycznym, które ona wytwarza, wirując w czasoprzestrzeni – wynoszących miliardy bilionów woltów. Czarna dziura znajduje się w wirze czasoprzestrzeni poza horyzontem zdarzeń. Linie pola magnetycznego funkcjonują jak przewody olbrzymiego obwodu elektrycznego, który stanowi uzwojenie tego obracającego się obszaru, sprawiając, że sama czarna dziura staje się generatorem. Można by to uznać za ogromne koło zamachowe, lekko zwalniające swój bieg, gdy linie pola magnetycznego wyrzucają elektrycznie naładowane cząstki w odległą przestrzeń.

Powstanie elektroniki – telefaksu, telefonu, telewizji, radia, gramofonu – ma swoje źródło w odkryciu Faradaya, związanym z wytwarzaniem w przestrzeni pola elektromagnetycznego. Ostateczna interpretacja elektromagnetyzmu w postaci matematycznej, dokonana przez przez Jamesa Clerka Maxwella, pozwoliła odkryć fale radiowe, promienie rentgenowskie, mikrofale. Bezdotykowa kontrola na lotniskach, badanie rezonansem magnetycznym naszego ciała, kompas, to efekt działania pola magnetycznego, odkrytego przez Faradaya, który badał przyrodę dla samego badania, i który do końca życia był niestrudzonym poszukiwaczem piękna świata fizycznego.

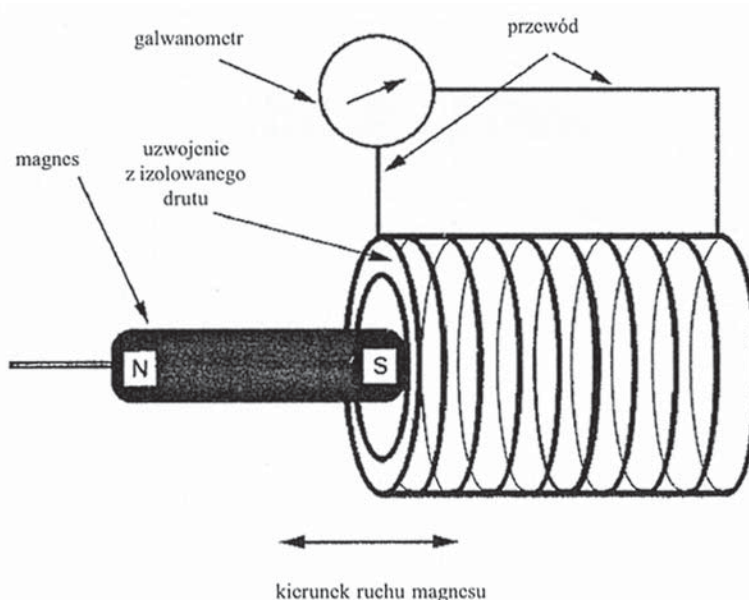
Trudno dzisiaj uwierzyć, że człowiek o tak ogromnych zasługach nie potrafił

wykonać najprostszych obliczeń. Faraday był teoretykiem, postrzegając zjawiska w kategoriach obserwacji wizualnych, a swoim odkryciom nigdy nie nadał formy matematycznej, nawet nie próbował analizować ich matematycznie. Zrobili to później jego następcy. A oto jak wyglądało niematematyczne dochodzenie do określonych wniosków. Jako przykładem można posłużyć się tutaj przekształcaniem magnetyzmu w elektryczność. Przez dziesięć dni uczony rozważał ten problem, dochodząc do wniosku, że przecinanie linii pola magnetycznego powoduje wzbudzenie pola elektrycznego. Gdy liczba takich linii jest duża, powstaje więcej elektryczności. Szybsze przecinanie linii pola też podwyższa efekt. Była to teoria indukcji elektromagnetycznej, wyrażona nie w postaci matematycznej, ale słowami.

Maxwell (jeden z najbardziej błyskotliwych fizyków teoretyków, który swoją pracę doktorską poświęcił liniom sił Faradaya) przełożył ją na język matematyki i należą one do najważniejszych równań, jakie istnieją.

W podziemiach Royal Institution, usytuowanego w centrum Londynu, znajdują się laboratoria, niewielkie i ubogie, w których Michael Faraday przeprowadzał eksperymenty. Natomiast w wielkiej sali wykładowej do dzisiaj stoi stół w kształcie nerki, przy którym Michael Faraday wygłaszał swoje słynne, po mistrzowsku prowadzone cotygodniowe wykłady, na które ściągały tłumy londyńczyków. Traktował je zawsze bardzo poważnie. *Gdy zaczął wykładać, poprosił Benjamina Stuarta, swego nauczyciela dykcji, by przychodził na wykłady i korygował jego błędy. Faraday polecał słuchaczom, by podnosili kartki z napisami „za szybko” lub „za wolno”, co umożliwiało mu zastosowanie odpowiedniego tempa prelekcji. Z relacji współczesnych Faradayowi wynika dość jasno, jak wyglądały jego wykłady. Niewątpliwie potrafił doskonalić swe umiejętności zawodowe* (Bragg, Na barkach gigantów).

Mając w pamięci wykłady, na które chodził jako młody człowiek, kontynuował tę tradycję z wielką radością i zaangażowaniem. Poziom jego wykładów był bardzo wysoki, a jednocześnie wiedza przekazywana w dostępny dla każdego sposób. W czasie pierwszego pokazu przeprowadził 86 doświadczeń ilustrujących prawa chemiczne, a demonstracja łączenia się różnych związków była efektownym pokazem pirotechniki, grzmotów i błyskawic.

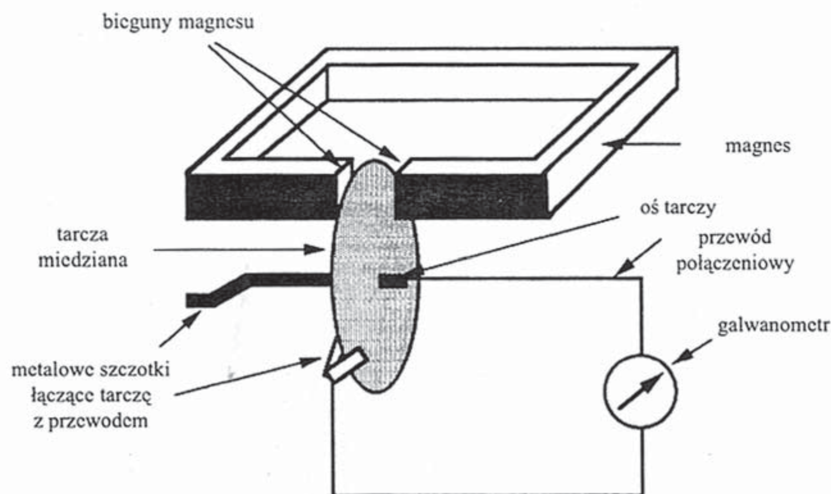


Urządzenie użyte przez Faradaya do zademonstrowania indukcji magnetoelektrycznej. Magnes jest wsuwany i wysuwany z uzwojenia, podłączonego do galwanometru. Ruchy magnesu generują w uzwojeniu prąd elektryczny. Przełomowe odkrycia. Amber 1997

Był największym uczonym swoich czasów. Jego wpływ na środowisko naukowe i literackie był ogromny. Na wykładach przez niego prowadzonych bywało wielu sławnych ludzi, m.in. Karol Dickens, Karol Darwin, Karol Wheatstone. Zachował się list Karola Dickensa do Faradaya, sugerujący, by wiedza, która przekazuje, trafiała do jeszcze szerszej publiczności. *Szanowny Panie, przyszło mi na myśl, że byłoby niezwykle korzystne dla dużych kręgów osób zainteresowanych, aby mogły otrzymywać już w porze śniadania relacje z Pana bieżących odczytów, w tym również tych, które kieruje Pan do dzieci. Byłbym niezmiernie zadowolony, mogąc publikować niektóre takie prace w mojej nowej gazecie „Household Words”. Zapytuję więc uprzejmie, czy taka perspektywa odpowiada Panu, a jeżeli tak, to czy użyczy mi Pan łaskawie swych notatek z wykładów do przejrzenia. Proszę przyjąć, Szanowny Panie, wyrazy głębokiego poważania. Charles Dickens.*

Faraday bardzo dbał o to, by wykłady były efektowne. Jeden z nich tak jest opisany przez Johna Meuriga Thomasa, następcę Faradaya na stanowisku dyrektora Royal Institution: *Opowiem na przykład o jednej z niewiarygodnych rzeczy, jaką zaprezentował w tym „teatrze”. Zbudował mianowicie drewnianą, sześcienną klatkę o wymiarach dwanaście stóp na dwanaście stóp na dwanaście stóp. Pokrył ją blachą i okręcił drutem. Wszedł do tej klatki z czułymi przyrządami elektrycznymi, a następnie polecił swemu asystentowi podłączyć klatkę do prądu o napięciu około stu tysięcy woltów. Wszyscy obecni widzieli przeskakujące iskry, Faraday zaś pozostawał w klatce bez drżenia. Przewidział, co się stanie. Po kiego licha urządził tę demonstrację? Mógł nawet zginąć, gdyby nie znał tak dobrze fizyki. Lecz wyszedł cało, i może o to właśnie chodziło? Był to właśnie widowiskowy aspekt pokazów Faradaya.*

W ciągu 46 lat pracy w Royal Institution przeszedł drogę od laboranta do dyrektora. Był fizykiem-eksperymentatorem, wybitnie inteligentnym, wyposażonym w głęboką pasję poznawczą i nienasycone pragnienie czystej wiedzy. Wykonał tysiące doświadczeń naukowych, które skończyły się sukcesem dzięki uzdolnieniom eksperymentatorskim. Całe życie był wierny zasadom religii sandemanianów (sekty, która oderwała się od Kościoła Anglikańskiego). Potrafił godzić współczesną naukę z wiarą w Boga. Uważał, że badania i nauka zbliżają go do zrozumienia świata stworzonego przez Boga. Jako gorliwy i zaangażowany sandemanianin, zobowiązany do życia zgodnego z Biblią i naśladowania Jezusa – w ramach misji wspólnotowej – po konsultacjach naukowych zawsze odwiedzał jakąś starszą osobę. Traktując religię bardzo poważnie, odmawiał przyjmowania honorariów i dóbr materialnych, odmówił również przyjęcia szlachectwa i odrzucił oferty lukratywnych posad. Żył bardzo skromnie. Ponieważ nie miał środków na wyna-



Prądnica Faradaya, w której tarcza miedziana była obracana ręcznie między biegunami silnego magnesu, wytwarzając ciągły prąd elektryczny. Przełomowe odkrycia. Amber 1997

jęcie mieszkania dla siebie i żony, otrzymał pomoc finansową Royal Institution, a królowa Wiktoria ofiarowała mu mieszkanie w Grace and Favour w Hampton Court, gdzie mieszkał ze swoją rodziną aż do śmierci.

Gdy konflikt z sektą spowodował czasowe wykluczenie Faradaya ze wspólnoty sandemanianów, skończyło się to dla uczonego głęboką depresją i załamaniem psychicznym. Po ponownym przyjęciu do grupy, do końca życia odczuwał strach przed wykluczeniem ze wspólnoty.

Żył w dwóch światach – jeden stanowiła sekta, drugi środowisko naukowe. Kochał swoje laboratorium, kochał wykłady i naukę. Był pokorny i nigdy nie chwalił się swoimi osiągnięciami. Miał żelazne zasady i był nieprawdopodobnie zdyscyplinowany. Jako syn ubogiego kowala, niewykształcony, w czasach, gdy kariera naukowa przypisana była tylko i wyłącznie ludziom zamożnym i utytułowanym, stał się największym fizykiem swoich czasów i jednym z największych w historii nauki. Uhonorowano go – wraz z Robertem Brownem i Johnem Daltonem – doktoratem honoris causa uniwersytetu w Oxfordzie, co spotkało się z ostrym sprzeciwem Kościoła Anglikańskiego, ponieważ cała trójka była odstępcami od anglikanizmu.

Na jego cześć nazwano elektryczne jednostki miary: farad – jednostka pojemności elektrycznej (zdolności obiektu do przechowywania elektryczności), oraz faradaj (albo stała Faradaya) – jednostką ilości elektryczności powodującej rozkład chemiczny w wyniku elektrolizy. Na angielskim banknocie dwudziestofuntowym z roku 1991 umieszczony został portret Faradaya, a jego imię noszą prestiżowe nagrody za zasługi dla nauki i za upowszechnianie wiedzy naukowej.

A mimo to do końca, to jest do śmierci w swoim gabinecie, zgodnie z własnym pragnieniem, pozostał „zwykłym panem Faradayem", zapalonym i ciekawym świata uczonym, który kochał Naturę i poszukiwał Prawdy.

Ewa Dyk-Majewska
Emerytowany pracownik PG

Bibliografia

1. Ashall F., Przełomowe odkrycia. Wydawnictwo Amber 1997
2. Balchin J., 100 uczonych, odkrywców i wynalazców, którzy zmienili świat. Świat Książki 2006
3. Bragg M., Na barkach gigantów. Wielcy badacze i ich odkrycia od Archimedesa do DNA. Prószyński i S-ka 2004
4. Brennan R. P., Na ramionach olbrzymów. Życie i dzieło twórców współczesnej fizyki. WNT 1999
5. Brock W. H., Historia chemii. Prószyński i S-ka 1999
6. Einstein w cytatach. Z przedmową Fremana Dysona. Prószyński i S-ka 1997
7. Greene B., Struktura kosmosu. Przestrzeń, czas i struktura rzeczywistości. Prószyński i S-ka 2005
8. Kaku M., Hiperprzestrzeń. Wszechświaty równoległe, pętle czasowe i dziesiąty wymiar. Prószyński i S-ka 2005
9. Melia F., Na skraju nieskończoności. Amber 2005
10. Moore P., Odkrycia i wynalazki, które zmieniły świat. Pionierzy współczesnej nauki i ich osiągnięcia. Firma Księgarska Jacek i Krzysztof Olesiejuk 2008
11. Newth E., W poszukiwaniu prawdy. Opowieści o nauce. WNT 1999

Z teki poezji

brzydota poezji

piękny bardzo wiersz
byłby – ale nie jest
w słowach rzeźbić zbyt trudno
dłuto pęka w dłoni
tonie w próchnie banałów
bezbarwnych
przemówionych
lecz ciągle jedynych

i minąłby się z celem
bo zamiast morskiej piany obłoków
uchwycić niewinności powiew
zatrzasnąłby w szufladzie
wśród innych
zakurzonych
blednących w wiecznym cieniu

dlaczegoś taką w moim sercu
nieuchwytną
zwiewną
piękną
a innym smak znieczulasz
potęgą swej brzydoty

poezjo moja!
egoistko...

Sławomir Jerzy Ambroziak
Wydział Elektroniki,
Telekomunikacji i Informatyki

Pod płaszczem...

Pod płaszczem nadziei ukryte wspomnienia
Zapachu łąk koszonych, jesiennego lasu,
Błękitnych oczu miłością zamglonych,
Złotego przeszłego młodzieńczego czasu.

Lazuru wody i pinii pachnących,
Ognistego słońca pomiędzy wyspami.
Ust malowanych o usta proszących,
A wszystko już było – uciekło z latami.

Pod płaszczem nadziei wciąż drzemie marzenie
O wartkim życiu wśród kwiatów i ludzi,
O jednym spełnieniu co nie jest złudzeniem.
O wielkiej miłości, która serce budzi.

Czas uciec od bólu szarej samotności,
Od niemych ścian czterech, tykania zegara,
By dojść do drogi jesiennej radości
I o nowe życie jeszcze się postarać.

Marek Bruno Biedrzycki
Emerytowany pracownik PG



DBAJMY O JĘZYK!

Często spotykane błędy językowe

Forma błędna	Forma poprawna
100 gram (wat, wolt itp.)	100 gramów (watów, woltów itp.)
11–stoletni	11–letni, jedenastoletni
Ad. 1.	Ad 1.
bynajmniej ja tak sądzę	przynajmniej ja tak sądzę
ciężko powiedzieć (gdy nie chodzi o wysiłek w mówieniu)	trudno powiedzieć
cyfra sto	liczba sto
do Sopot	do Sopotu
doktór (stopień naukowy)	doktor
domyśleć się	domyślić się
dwa deko soli	dwa deka soli
dwa procenty	dwa procent
dwutysięczny ósmy rok	dwa tysiące ósmy rok
dzieci (kobiety) powinni	dzieci (kobiety) powinny
ilość uczestników, osób	liczba uczestników, osób
inną razą	innym razem
karnister	kanister
kocham go (dziecko)	kocham je (dziecko)
ta kontrol	ta kontrola
Kwidzyń, w Kwidzyniu	Kwidzyn, w Kwidzynie
Magnificencja powiedziała (o rektorze płci męskiej)	Jego Magnificencja powiedział
Mi się zdaje, że ...	Mnie się zdaje, że ...
na tylnim siedzeniu	na tylnym siedzeniu
na wskutek	na skutek, wskutek
nienawidzieć	nienawidzić (bo: nienawidził)
o to się rozchodzi	o to chodzi
odpytywywać	odpytywać
około sto	około stu
panaceum na wszystko	lek na wszystko; panaceum
pierwszy styczeń, trzydziesty październik	pierwszy stycznia, trzydziesty października
poddać się do dymisji	podać się do dymisji
poddać coś w wątpliwość	podać coś w wątpliwość
poszłem	poszedłem
potencjalne możliwości	możliwości
pół kila soli	pół kilo soli
półtorej miesiąca (jabłka)	półtora miesiąca (jabłka)
profesjonalizm zawodowy	zawodowstwo, profesjonalizm
Proszę panią, która godzina?	Proszę pani, która godzina?
przekonywujący	przekonujący, przekonywający
rozumię, umię	rozumiem, umiem
rożno	rożen
Rzeczypospolita Polska	Rzeczpospolita Polska
senator Rzeczpospolitej Polskiej	senator Rzeczypospolitej Polskiej
S.A. (spółka akcyjna)	SA
sformułować rząd, ekipę	sformować rząd, ekipę
wzięłem	wziąłem

Cdn.

Stefan Zabieglik
Wydział Zarządzania i Ekonomii

Wpływ dróg oraz ruchu drogowego na grzyby

Następstwem żywiołowego rozwoju przemysłu, budowy sieci autostrad oraz wielkich metropolii itp. jest eliminacja szeregu organizmów z ich naturalnych siedlisk oraz pogarszanie się warunków bytowych, m.in. poprzez dostawanie się do środowiska szkodliwych związków chemicznych. Powoduje to osłabianie i zamieranie drzewostanów, zmniejszanie się i zanik populacji wielu gatunków zwierząt itp. Takie zjawiska można zauważyć m.in. na obszarze Trójmiejskiego Parku Krajobrazowego i terenach przyległych. Chemiczne zanieczyszczenia środowiska negatywnie wpływają także na nasze zdrowie, np. odnotowano wzmożoną zachorowalność na alergie. Przypuszcza się, że przyczyną wzrostu zachorowań na nowotwory jest obecność szkodliwych związków chemicznych w wodzie i pożywieniu. A jaki wpływ mają owe infrastruktury techniczne oraz emitowane zanieczyszczenia na grzyby? Na to pytanie postaram się odpowiedzieć poniżej.

Wstęp

Grzyby (Fungi syn. Mycota) należą do organizmów, które pojawiły się na Ziemi prawdopodobnie przed około dwoma miliardami lat. Z glonami i jednokomórkowymi zwierzętami mają one wspólnych przodków. Niewielkie fragmenty strzępek oraz zarodniki zaawansowanych ewolucyjnie grzybów stwierdzono w warstwach geologicznych, których wiek wynosi ok. 400 milionów lat. Obecnie liczbę ich gatunków szacuje się od 100 tysięcy do 2 milionów, z uwzględnieniem obszarów tropikalnych, z czego w Polsce występuje około 10 tysięcy. Inne źródła oceniają ogólną liczbę gatunków grzybów na świecie na 250–300 tysięcy.

Badania wykazały, że zdecydowana większość roślin współżyje z grzybami symbiotycznymi; wyjątkiem są przedstawiciele rodziny krzyżowych (Brassicaceae), nieposiadające swojego grzybowego partnera. Najwięcej grzybów występuje na obszarach leśnych i należy m.in. do saprobiontów (saprotrofów), które powodują mineralizację szczątków roślinnych i zwierzęcych. Szacuje się, że w tym procesie corocznie grzyby uwalniają do atmosfery taką ilość dwutlenku węgla CO_2, że bez ich udziału starczyłby on roślinom zaledwie na ok. 40 lat. Część gatunków grzybów, zwłaszcza mitosporowych (Deuteromycota), to pasożyty innych organizmów, wywołujące choroby u roślin i zwierząt, także u ludzi.

Ze względu na wielkość owocników, grzyby podzielono na dwie zasadnicze grupy: grzyby makroskopijne, czyli wielkoowocnikowe (macromycetes), oraz mikroskopijne (micromycetes). Jest to podział sztuczny, a kryterium przynależności do macromycetes jest wymiar owocnika powyżej ok. 0,5 cm. W Polsce stwierdzono około 3500 gatunków należących do macromycetes, w tym ok. 2650 podstawczaków (Basidiomycetes) i ok. 800 workowców (Ascomycetes).

Wpływ dróg oraz ruchu drogowego na leśne środowisko

W miarę rozwoju sieci dróg oraz zwiększania się natężenia ruchu drogowego, powiększa się strefa skażeń przenoszonych drogą powietrzną. Są to tzw. opady kwaśnych deszczy, będące m.in. następstwem spalania w pojazdach samochodowych paliw ropopochodnych (etyliny, oleju napędowego itp.), zawierających związki siarki. Te zaś wydostają się ze spalinami w postaci dwutlenku SO_2, który ulega katalitycznemu i fotochemicznemu utlenieniu do trójtlenku SO_3. W obecności mgły i deszczu tworzy się kwas siarkowy H_2SO_4 – kwaśny deszcz. W spalinach zawarte są także tlenki azotu NO_x, tworzące następnie z wodą agresywne kwasy. Szacuje się, że roczna emisja tlenków azotu wynosi około 20 mln ton.

Z nie w pełni spalonej etyliny lub innych pochodnych ropy naftowej pochodzą węglowodory C_xH_y; są szczególnie niebezpieczne, jeśli w normalnych warunkach temperatury i ciśnienia mają postać gazową lub są cieczami o dużej lotności.

Niebagatelną rolę w rozprzestrzenianiu się lotnych zanieczyszczeń odgrywają wiatry – ich siła i kierunek – oraz topografia terenu. Przykładowo: w rejonie Gdańska wieją one głównie z kierunków N, W i N-W.

W owocnikach wielu grzybów rosnących wzdłuż ruchliwych dróg stwierdzono podwyższone stężenie ołowiu, choć od wielu lat w obrocie jest wyłącznie etylina bezołowiowa. Grzyby są dość odporne na metale ciężkie, np. w owocnikach płachetki kołpakowatej *Rozites caperatus* (Basidiomycetes) wykryto duże stężenie kadmu; jednak zawartość tego metalu w eksykatach (suchych owocnikach zgromadzonych w tzw. fungarium) pochodzących z okresu przedindustrialnego jest równie duża, co świadczy o jego naturalnym pochodzeniu.

Grzyby wykazują pewne określone wymagania w zakresie kwasowości podłoża, na którym występują. Na ogół lepiej rozwijają się na podłożu kwaśnym. Optymalna kwasowość dla większości gatunków grzybów zawiera się w granicach pH 5–6, nie przekracza nigdy wartości 7; dla roślin optymalna kwasowość gleby pH wynosi 5,6–7,2. Tymczasem badania wody opadowej w leśnictwie Stara Piła (Trójmiejski Park Krajobrazowy) w okresie grzewczym 1994–95 wykazywały wskaźnik aktywności jonów wodorowych pH 3,9–4. Normalna woda deszczowa ma pH około 5,6.

Nowo budowane drogi często przecinają zwarte kompleksy leśne, m.in. obszar Trójmiejskiego Parku Krajobrazowego, gdzie niedawno powstała Trasa Kwiatkowskiego prowadząca z Gdyni do obwodnicy Trójmiasta. Budowa dróg narusza wzajemne stosunki pomiędzy elementami biocenozy, do których należą także grzyby wielkoowocnikowe (macromycetes) oraz grzyby lichenizowane, czyli porosty (Lichenes). Naruszenia te wywołują głębokie zmiany w składzie i strukturze okolicznych drzewostanów oraz roślinności runa, a także lokalnej mikobioty. Literatura podaje, że budowa dróg, zwłaszcza silnie fundamentowanych, wymaga zwykle poważnych zabiegów melioracyjnych. Melioracje odwadniające negatywnie wpływają na lokalny mikroklimat, a zatem i na populację grzybów (różnorodność, obfitość); należy pamiętać, że grzyby – poza niezbyt liczną grupą gatunków ciepłolubnych, związanych ze środowiskiem o małej wilgotności – w większości należą do organizmów wybitnie wilgociolubnych (higrofilnych).



Borowik szlachetny Boletus edulis Bull.: Fr. – gatunek mikoryzowy



Monetka bukowa Oudemansiella mucida (Schrad.: Fr.) Höhn. – ksylobiont związany z drewnem buka

Podczas budowy w latach 70. XX w. drogi obwodowej Trójmiasta, w okolicach Gdyni musiano zlikwidować szereg torfowisk przejściowych położonych w tzw. strefie krawędziowej Wysoczyzny Gdańskiej, porośniętej przez Lasy Oliwskie. Współczesne badania prowadzone przez autora wykazały, że na ocalałych, sąsiednich torfowiskach rosną rzadkie i zagrożone gatunki macromycetes, wpisane na polską czerwoną listę grzybów, np. kępkowiec (popielatek) torfowiskowy *Lyophyllum palustre* [V] oraz hełmówka błotna *Galerina paludosa* [R]; symbol [V] (vulnerable) oznacza gatunek narażony na wyginięcie, a [R] rzadki (rare). Można przypuszczać, że w miejscach budowy drogi spowodowano eksterminację tych zagrożonych grzybów oraz wyeliminowano potencjalne środowiska (biotopy) ich egzystencji. Obecnie wytypowane ocalałe torfowiska otrzymały status użytków ekologicznych, a dla pozostałych obiektów postuluje się wprowadzenie identycznej formy ich ochrony.

Budowa nowych dróg komunikacyjnych oraz wzrost natężenia ruchu drogowego powodują, że rośnie ryzyko zawleczenia w nowe rejony grzybowych patogenów, które nigdy tam nie występowały. Tym samym rośnie prawdopodobieństwo wystąpienia dotąd niestwierdzonych w owych rejonach chorób drzewostanów. Zadrzewione drogi ułatwiają rozprzestrzenianie się tych patogenów pośrednio, poprzez negatywny wpływ na stan zdrowotny drzew i zwiększoną ich podatność na zakażenie. Przykładem może być mączniak dębowy *Microsphaera alphitoides*, zaliczany do kormobiontów pasożytujących na liściach dębów *Quercus* sp., stwierdzony w Polsce w 1909 r. Kolejnym przykładem jest pasożyt wiązów *Ceratocystis ulmi*, wywołujący tzw. naczyniową chorobę tych drzew, nazywaną też holenderską chorobą wiązów; w Polsce stwierdzono ją po raz pierwszy w 1934 r.

Najnowsze badania wykazały, że 16 gatunków grzybów glebowych ma zdolność oczyszczania atmosfery z tlenku węgla CO, który powstaje jako produkt niepełnego spalania paliwa w silnikach pojazdów. Z danych literaturowych wynika, że zawartość 0,1% tego gazu w atmosferze mogą one usunąć w ciągu godziny, przetwarzając go w dwutlenek CO_2 przy udziale energii słonecznej. Reakcja oczyszczania przebiega szybciej nad dużymi akwenami, dzięki dobrej rozpuszczalności CO_2 w wodzie.

Budowa nowych dróg komunikacyjnych oraz wzrost liczby prywatnych samochodów spowodowały łatwość docierania ich właścicieli do tych miejsc w lasach, gdzie dotychczas nie występowała turystyka pobytowa. Przy okazji wzrosło zainteresowanie zbiorem grzybów dla celów konsumpcyjnych. Zbiór owocników odbywa się najczęściej w sposób niewłaściwy, przynosząc ewidentne szkody w świecie przyrody i w gospodarce leśnej. Wydeptywanie gleby, rozgarnianie ściółki, penetracja młodników, pozyskiwanie owocników zbyt młodych lub przejrzałych, porzucanie śmieci, palenie ognisk itp., to najczęstsze czynniki zagrożenia środowiska lasu ze strony zbieraczy grzybów. W wyniku masowego pozyskiwania grzybów, co roku tysiące ton materii organicznej opuszcza las. Dlatego na obszarach leśnych położonych w pobliżu dużych aglomeracji miejskich, z racji częstszych penetracji lasu przez mieszkańców, zauważono zanik niektórych gatunków grzybów jadalnych, w szczególności borowika szlachetnego. Jednak nie stwierdzono ogólnie, by w warunkach naturalnych masowy zbiór wpływał negatywnie, w sposób zauważalny, na produkcyjność grzybni. Stąd np. w najnowszym opracowaniu dotyczącym grzybów zagrożonych pominięto szereg gatunków jadalnych, np. borowika szlachetnego *Boletus edulis* czy pieprznika jadalnego *Cantharellus cibarius*, uwzględnionych w poprzedniej edycji czerwonej listy.

Zagadnienia wpływu budowy dróg na obszarach lasu oraz ruchu drogowego na grzyby najlepiej jest przedstawić w ujęciu ekologicznym, tj. zaprezentować, jak te czynniki wpływają na przedstawicieli wyróżnionych 5 grup ekologicznych grzybów: kormobiontów, ksylobiontów, ryzobiontów, pedobiontów oraz allobiontów.

Wpływ czynników zagrożenia na kormobionty

Pasożytnicze kormobionty to grzyby mikroskopijne. Zasiedlają one liście, gałęzie, kwiaty, owoce, szyszki drzew i krzewów. Nazwa pochodzi od greckiego terminu: *κοφμσξ* (*ho kormos*), oznaczającego „gałąź". Według systematyki grzybów kormobionty należą głównie do klasy workowców (Ascomycetes) lub do klasy grzybów niedoskonałych (Deuteromycetes), rzadziej do podstawczaków (Basidiomycetes). Przedstawiciele tej grupy ekologicznej nie prowadzą do śmierci swojego żywiciela, kiedy ten jest na etapie drzewostanów dojrzałych, ale osłabiają go – i tym samym umożliwiają opanowanie przez inne pasożyty. W odniesieniu do drzewostanów dojrzałych, można je zatem nazwać grzybami nękającymi. Natomiast prowadzą one do śmierci swojego żywiciela na etapie sadzonek, siewek oraz nalotów i podrostów; mogą zatem wpływać na sukcesję ekologiczną w leśnych ekosystemach.

Wiele czynników sprzyja masowemu występowaniu kormobiontów; są to m.in. duże stężenie toksyn przenoszonych drogą powietrzną, powstających także w trakcie spalania paliw w pojazdach mechanicznych, oraz odwodnienie terenu dokonane podczas budowy nowych dróg. Emitowane toksyny osłabiają potencjalnego gospodarza tych grzybów, co zwiększa prawdopodobieństwo zakażenia. Zauważono również zjawisko przeciwne, gdzie zwiększony poziom zanieczyszczeń wpływa negatywnie w większym stopniu nie na gospodarza, ale na grzyba-pasożyta z omawianej grupy ekologicznej. Pospolitym rodzajem kormobionta jest czerniak (łuszczeniec) *Rhytisma* (Ascomycetes), tworzący na liściach klonów: pospolitego i jaworu, czarne plamy, będące utworem sklerotycznym patogena. Otóż zauważono, że częstość i obfitość występowania czerniaka uzależnione są m.in. od stopnia skażenia środowiska. W miastach, gdzie poziom zanieczyszczeń atmosfery jest dużo większy niż na terenach otwartych, czerniak pojawia się rzadziej.

Stwierdzono, że niektóre gatunki drzew i krzewów, wykorzystane do obsadzenia poboczy dróg komunikacyjnych, są żywicielem pewnych grzybów dwudomowych, przynoszących wymierne straty w gospodarce leśnej i rolnictwie. Termin „dwudomowy" pochodzi od zjawiska polegającego na rozwoju tych organizmów kolejno na dwóch różnych żywicielach. I tak sosna zwyczajna *Pinus sylvestris* oraz topola osika *Populus tremula* są gospodarzami dwudomowego grzyba *Melampsora pinitorqua*, powodującego szkodliwe skręcanie się młodych pędów sosny. Topole *Populus* sp. oraz modrzewie *Larix* sp. umożliwiają roz-

wój innego grzyba dwudomowego – *Melampsora populina*, który silnie osłabia te drzewa i obniża ich przyrosty. Obwar wejmutkowo-porzeczkowy wywołuje grzyb *Cronartium ribicola*, pasożytujący na sośnie wejmutce *Pinus strobus* i porzeczce czarnej *Ribes nigrum*. Z kolei berberys zwyczajny *Berberis vulgaris* jest żywicielem rdzy źdźbłowej *Puccinia gramini*, występującej w uprawach zbóż. Rdzawe naloty (ecjospory) na liściach grusz pospolitej i wierzbolistnej są dowodem obecności rdzawnikowca – *Gymnosporangium fuscum*, którego pokolenie wiosenne rozwija się na egzotycznych jałowcach. Należy zatem wybierać na przydrożne szpalery itp. tylko te gatunki drzew oraz krzewów, które w swoim otoczeniu nie mają drugiego żywiciela grzybów dwudomowych.

Wpływ czynników zagrożenia na ksylobionty

Grzyby rosnące na pniach, konarach, korzeniach oraz martwych pniakach zaliczane są do ksylobiontów. Występują one na żywych drzewach i krzewach jako obligatoryjne lub fakultatywne pasożyty oraz na martwym drewnie jako saprotrofy (saprobionty). Większość ksylobiontów preferuje dojrzałe drzewostany, tworząc duże owocniki, stąd zaliczamy je głównie do macromycetes. Niektóre ksylobionty rozwijają się w próchnicy, a następnie przenikają do systemu korzeniowego drzew i dalej – do części nadziemnej. Podobnie jak przy tworzeniu nazwy poprzedniej grupy ekologicznej, i tu skorzystano ze słownictwa greckiego. Otóż termin „ksylon” – ($\tau\sigma$) $\xi\upsilon\lambda o\, v$ (*to ksylon*) oznacza „drewno”.

Zamieranie drzew w lesie w pobliżu dróg komunikacyjnych może być efektem działania spalin samochodowych, zawierających szczególnie dużo SO_2. Wyróżnia się trzy stopnie porażenia drzew przez gazy emitowane przez przemysł oraz pojazdy samochodowe:

- porażenie ostre (nagłe zbrunatnienie listowia, opad liści oraz w skrajnym przypadku zamieranie drzewa),
- porażenie chroniczne (niezdrowy wygląd drzew połączony z mniejszym przyrostem),
- porażenie nieuchwytne (można je wykryć poprzez badanie obecności toksyn w liściach; występuje redukcja przyrostu drewna).

W przypadku emisji spalin samochodowych, mamy zwykle do czynienia z porażeniem nieuchwytnym oraz chronicznym.

Choroba drzew, wywołana przez ksylobionta opieńkę miodową *Armillaria mellea* sensu lato (Basidiomycetes), silnie zależy od czynników środowiska: ciepłoty oraz kwaśnego odczynu gleby. Melioracje odwadniające i wylesienia pod budowę nowych dróg podnoszą ciepłotę. Natomiast zwiększona kwasowość podłoża, pozytywnie wpływająca na egzystencję tego grzyba, jest wynikiem opadów kwaśnych deszczy. Opieńka jest uciążliwym pasożytem drzew, zwłaszcza na etapie ich wczesnego rozwoju (młodnika itp.), a jej szczególna ekspansja ujawnia się w okresie suszy. Duża obfitość tego gatunku w uprawach prowadzi do powstawania ewidentnych strat w gospodarce leśnej.

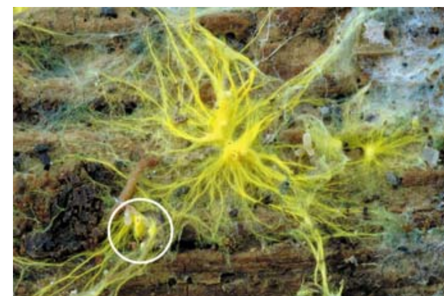
Szpalery drzew, posadzone ongiś wzdłuż szlaków komunikacyjnych, stanowią bazę pokarmową dla interesującego ksylobionta – wachlarzowca olbrzymiego *Meripilus giganteus* (Basidiomycetes). Owocniki tego gatunku, wyrastające w skupieniach, mogą osiągać masę do 70 kg. Obecnie grzyb ten w Polsce znajduje się w ekspansji, zajmując nowe obszary i zwiększając liczebność populacji. Wyrasta na zamierających drzewach liściastych: buku zwyczajnym *Fagus sylvatica*, dębach *Quercus* sp., wiązach *Ulmus* sp., jarzębie szwedzkim *Sorbus intermedia* oraz na ich pniakach (obserwacje własne). Ciekawostką jest fakt, że wachlarzowiec preferuje obszary antropogeniczne, np. zadrzewione drogi, parki, cmentarze.

Ksylobionty, zwłaszcza pniowe, mają lepsze warunki rozwoju w lasach naturalnych. Bowiem w lasach gospodarczych stosuje się nagminne usuwanie martwego drewna, występującego w postaci tzw. powałów – złomów i wywrotów – oraz stojących martwych i zamierających drzew. Zjawisko czyszczenia lasu, negatywnie wpływające na różnorodność biologiczną, także i na populację grzybowych ksylobiontów, ma miejsce m.in. w lasach Trójmiejskiego Parku Krajobrazowego (obserwacje własne).

Wpływ czynników zagrożenia na symbiotroficzne ryzobionty

Część macromycetes związana jest poprzez symbiozę – mikoryzę – z konkretnymi gatunkami drzew. Grzyby te zaliczane są do symbiotroficznych ryzobiontów. Nazwa wywodzi się od greckiego terminu „korzeń” – (η) $\rho\iota\zeta\alpha$ (*he rhidza*). Najczęściej mamy do czynienia z mikoryzą ektotroficzną, polegającą na tworzeniu się na drobnych korzeniach drzew tzw. mufki, czyli opilśni. Strzępki grzybni wnikają międzykomórkowo do miękiszu korowego korzeni, najdalej do endodermy. Drzewa dzięki mikoryzie mają zapewnioną większą ilość wody z zawartością soli mineralnych powstałych w wyniku rozkładu ściółki przez grzyby, zaś grzyby otrzymują w zamian cukry, a także substancję wzrostową (aurynę). Obniżanie się zdrowotności drzew oraz wymieranie wskutek zniszczenia ich aparatu asymilacyjnego w liściach (igłach) oznacza także sukcesywne ustępowanie grzybów z omawianej grupy, bowiem samodzielnie nie mogą one egzystować. Z kolei ubóstwo tych grzybów spowalnia proces naturalnego rozkładu ściółki, zawierającej związki mineralne potrzebne roślinom, w tym drzewom. Obecność grzybów symbiotycznych (mikoryzowych) wpływa pozytywnie na zdrowotność drzewostanów, także dzięki wytwarzaniu przez nie związków antybiotycznych w obrębie strefy korzeniowej – chroni to drzewa przed infekcjami ze strony pasożytniczych grzybów oraz bakterii.

Warunkiem tworzenia się mikoryz w glebach leśnych, prócz dobrej insolacji, jest także niedostatek przyswajalnego fosforu i azotu. Bowiem silne nasłonecznienie powoduje wzmożoną produkcję węglowodanów w koronach drzew, a brak wymienionych pierwiastków w glebie uniemożliwia w całości przekształcenie się owych węglowodanów w białka. Węglowodany są wówczas gromadzone w systemie korzeniowym w formie cukrów, przyswajalnych dla grzybów, umożliwiając tym samym zawiązanie się mikoryzy. Ta z kolei przyczynia się do azotowego i fosforowego odżywiania drzew. Tak więc nadmiar azotu i fosforu w glebie, pochodzących ze skażeń środowiska lub nawożenia lasu, utrudnia, a nawet uniemożliwia egzystencję grzybom należącym do symbiotroficznych ryzobiontów, np. z rodzajów *Amanita*, *Boletus*, *Xerocomus*, *Suillus*, *Cortinarius*, *Lactarius*, *Tricholoma* itp.



Grzybnia włososkórki Piloderma *cfr.* fallax *(Libert) Stalpers (Basidiomycetes) – widoczna mikoryza*

Cdn.

Marcin S. Wilga
Wydział Mechaniczny